

【서지사항】

【서류명】 특허출원서
【권리구분】 특허
【수신처】 특허청장
【참조번호】 0002
【제출일자】 2004.10.21
【국제특허분류】 C22C 038/00
【발명의 명칭】 가공성이 우수한 소부경화형 고강도 냉연강판과 그 제조방법
【발명의 영문명칭】 BAKE HARDENING COLD ROLLED STEEL SHEET HAVING SUPERIOR WORKABILITY AND HIGH STRENGTH, AND PROCESS FOR PRODUCING THE SAME

【출원인】

【명칭】 주식회사 포스코
【출원인코드】 1-1998-004076-5

【대리인】

【명칭】 특허법인씨엔에스
【대리인코드】 9-2003-100065-1
【지정된변리사】 손원 , 김성태
【포괄위임등록번호】 2003-062857-7

【발명자】

【성명의 국문표기】 윤정봉
【성명의 영문표기】 YOON, Jeong Bong
【주민등록번호】 550808-1109523
【우편번호】 790-785
【주소】 경상북도 포항시 남구 괴동동 1번지 (주)포스코내
【국적】 KR

【취지】

특허법 제42조의 규정에 의하여 위와 같이 출원합니다. 대리인 특허법인씨엔에스 (인)

【수수료】

【기본출원료】	0	면	38,000	원
【가산출원료】	24	면	0	원
【우선권주장료】	0	건	0	원
【심사청구료】	0	항	0	원
【합계】	38,000			원

【요약서】**【요약】**

본 발명은 자동차, 가전제품 등의 소재로 사용되는 소부경화형 고강도 냉연강판에 관한 것이다. 이 냉연강판은, 중량%로 C:0.003-0.005%, Mn:0.05-0.2%, S:0.005-0.03%, Al:0.01-0.1%, N:0.004%이하, Mo:0.01~0.2%, 여기에 P:0.03-0.2%, Si:0.1-0.8%, Cr:0.2-1.2%의 그룹에서 선택된 1종 또는 2종이상을 포함하고, 나머지 Fe 및 기타 불가피한 불순물로 조성되고 MnS석출물의 평균크기가 $0.2\mu\text{m}$ 이하로 이루어지는 것이다. 이 냉연강판의 제조방법 또한 제공된다.

본 발명의 냉연강판은 미세한 MnS가 석출되는 강에서 탄소의 함량을 적절히 조절하여 소부경화 특성을 확보함과 더불어, Mo의 첨가에 의해 소성이방성지수가 높고 면내이방성지수는 낮아져 가공성이 우수하다.

【대표도】

도 1

【색인어】

냉연강판, 소부경화, Mo, 소성이방성 지수, MnS

【명세서】**【발명의 명칭】**

가공성이 우수한 소부경화형 고강도 냉연강판과 그 제조방법{BAKE HARDENING COLD ROLLED STEEL SHEET HAVING SUPERIOR WORKABILITY AND HIGH STRENGTH, AND PROCESS FOR PRODUCING THE SAME}

【도면의 간단한 설명】

도 1은 MnS석출물의 크기에 따른 결정립내 고용탄소량의 변화를 나타내는 그래프이며,
도 2는 냉각속도에 따른 MnS석출물의 크기를 나타내는 그래프이다.

【발명의 상세한 설명】**【발명의 목적】****【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】**

<3> 본 발명은 자동차, 가전제품 등의 소재로 사용되는 소부경화형 고강도 냉연강판에 관한 것으로, 보다 상세하게는 미세한 MnS석출물과 탄소의 함량을 조절하여 소부경화특성을 확보하면서 Mo의 첨가에 의한 가공성이 우수한 고강도 냉연강판과 그 제조방법에 관한 것이다.

<4> 자동차 등의 외판 소재에는 내덴트성을 향상하기 위하여 소부경화형 냉연강판이 많이 사용되고 있다. 소부경화형 냉연강판은 강판중에 적정량의 고용탄소를 잔존시켜 프레스 성형시에 생성된 전위를 도장소부시의 열을 이용하여 고용탄소를 고착하여 항복점을 높인 강이다.

<5> 소부경화형 냉연강판에는 상소둔재인 Al-Killed강과 IF강(Interstitial Free Steel)이 있다.

<6> 상소둔재인 Al-Killed강의 경우에는 적은 양의 고용탄소가 잔존하고 있어 내시효특성을 확보하면서 소부처리후 10~20Mpa 정도의 소부경화능을 가진다. 상소둔재의 경우 소부처리후 상승하는 항복강도가 낮고, 장시간 소둔하므로 생산성이 낮다는 단점이 있다.

<7> IF강의 경우에는 Ti, Nb을 첨가하여 강중에 고용된 탄소 또는 질소를 완전히 석출하여 성형성을 향상시킨 강종으로, 이 IF강에 소부경화특성을 부여한 것이 소부경화형 IF강이다. 소부경화형 IF강은 Ti 또는 Nb의 첨가량과 탄소의 첨가량을 제어하여 적당한 양의 탄소를 강중에 잔존하게 하여 소부경화특성을 부여한 것이다. 소부경화형 IF강의 경우 적당한 양의 탄소를 고용하기 위해서는 첨가되는 탄소의 양 뿐만 아니라, 첨가되는 Ti 또는 Nb의 양은 물론, Ti, Nb과 반응하여 석출물을 생성하는 황, 질소의 양도 매우 좁은 범위에서 제어를 해야하므로 안정적인 품질확보가 어려우며, 생산비용도 많이 드는 단점이 있다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<8> 본 발명은 Ti, Nb을 첨가하지 않는 고강도의 냉연강판에서 소부경화특성을 확보하면서 가공성이 개선되는 냉연강판과 그 제조방법을 제공하는데, 그 목적이 있다.

【발명의 구성 및 작용】

- <9> 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 냉연강판은, 중량%로 C:0.003-0.005%, Mn:0.05-0.2%, S:0.005-0.03%, Al:0.01-0.1%, N:0.004%이하, Mo:0.01~0.2%, 여기에 고용강화에 의해 강도를 상승시키는 성분이 적절히 첨가되고, 상기 Mn와 S의 중량비가 다음의 조건 $0.58 \cdot \text{Mn}/\text{S} \leq 10$ 를 만족하고, 나머지 Fe 및 기타 불가피한 불순물로 조성되며, MnS석출물의 평균 크기가 $0.2\mu\text{m}$ 이하로 이루어진다.
- <10> 본 발명에서 고용강화에 의해 강도를 향상시키는 성분으로는 P, Si, Cr 등의 대표적이며, 이들의 함량은 P:0.03-0.2%, Si:0.1-0.8%, Cr:0.2-1.2%가 바람직하다. 따라서, P, Si, Cr의 그룹에서 선택된 1종 또는 2종이상의 성분이 첨가될 수 있으며, Si, Cr의 1종 또는 2종이 첨가될 때의 P의 함량은 0.015%이하가 바람직하다.
- <11> 또한, 본 발명의 냉연강판 제조방법은, 중량%로 C:0.003%이하, Mn:0.05-0.2%, S:0.005-0.03%, Al:0.01-0.1%, N:0.004%이하, Mo:0.01~0.2%, 여기에 P:0.03-0.2%, Si:0.1-0.8%, Cr:0.2-1.2%의 그룹에서 선택된 1종 또는 2종이상을 포함하고, 상기 Mn와 S의 중량비가 다음의 조건 $0.58 \cdot \text{Mn}/\text{S} \leq 10$ 를 만족하고, 나머지 Fe 및 기타 불가피한 불순물로 조성되는 강을 1100°C 이상의 온도로 재가열한 후 마무리 압연온도를 Ar_3 변태점 이상으로 하여 열간압연하고 $200^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 이상의 속도로 냉각하고 700°C 이하의 온도에서 권취한 다음, 냉간 압연하고, 연속소둔하는 것을 포함하여 구성된다.
- <12> 이하, 본 발명을 상세히 설명한다.

- <13> 본 발명자들은 고강도 냉연강판으로 Ti, Nb을 첨가하지 않으면서 소부경화특성을 개선하기 위한 연구과정에서 다음과 같은 새로운 사실을 밝혀내었다.
- <14> Ti, Nb을 첨가하지 않는 냉연강판에 탄소함량을 0.003~0.005%로 조절하고 MnS의 석출물을 미세하게 분포시키면 소부후의 항복강도가 증대된다는 것이다. 이와 함께, Mo을 첨가하면 소성이방성지수가 높아지고 면내이방성지수가 낮아져 가공성이 현저하게 개선된다는 것이다.
- <15> 도 1에 나타난 바와 같이, MnS의 석출물이 미세하게 분포할수록 결정립내의 고용탄소량이 줄어든다. MnS석출물의 미세하게 분포하는 강에서 탄소함량이 0.003~0.005%의 경우에는 소부경화특성을 갖게 된다. 이것은 MnS석출물이 미세하게 분포하면 MnS석출물 주변에 탄소가 석출되어 상온에서는 시효를 일으키지 않고 도장소부열처리에서 탄소가 용해되어 항복강도를 크게 상승시키는 것으로 판단된다.
- <16> 이를 위해서는 탄소의 함량이 0.003~0.005%로 조절되어야 하며, MnS의 미세석출물의 크기는 $0.2\mu\text{m}$ 이하로 판단되었다.
- <17> 이와 같은 새로운 사실에 주목하여 MnS를 미세하게 분포시키는 방안에 대하여 연구하게 되었다. 그 결과, (1) Mn의 함량을 0.05~0.2%로 하고 S의 함량을 0.005~0.03%로 하면서 이들의 성분비($0.58 \times \text{Mn}/\text{S}$)를 10이하로 조절하는 것이 필요하며, (2) 이와 함께 압간압연이 끝난 후 냉각속도를 $200^\circ\text{C}/\text{min}$ 이상으로 하면 $0.2\mu\text{m}$ 이하의 미세한 MnS의 석출물을 얻을 수 있다는 것이다.

<18> 즉, 도 2(a)는 0.004%C-0.4%Si-0.15%Mn-0.008%P-0.015%S-0.03%Al-0.0012%N-0.05%Mo인 강으로 Mn과 S의 성분비($0.58 \cdot \text{Mn/S}$)가 5.8인 조성의 강을 열간압연후 냉각속도에 따른 석출물의 크기를 조사한 그래프이다. 도 2(a)의 그래프를 보면, Mn과 S의 성분비($0.58 \cdot \text{Mn/S}$)가 10이하를 만족하는 경우에 대해 냉각속도를 조절하면 MnS의 석출물 크기가 $0.2\mu\text{m}$ 이하를 만족할 수 있음을 확인할 수 있다.

<19> 이러한 관점에 기초하여 완성된 본 발명의 냉연강판과 그 제조방법을 이하에서 구체적으로 설명한다.

<20> [본 발명의 냉연강판]

<21> 탄소(C)의 함량은 0.003~0.005%가 바람직하다.

<22> 탄소의 함량이 0.003%미만의 경우 강중 소부경화량이 적고, 0.005%초과의 경우에는 성형성이 급격히 저하된다.

<23> 망간(Mn)의 함량은 0.05~0.2%가 바람직하다.

<24> 망간은 강중 고용황을 MnS로 석출하여 고용 황에 의한 적열취성(Hot shortness)을 방지하는 원소로 알려져 있다. 본 발명에서는 망간과 황의 함량을 적절해지는 경우에 매우 미세한 MnS가 석출되고 이 MnS석출물의 주변에는 탄소가 석출되고 석출된 탄소는 도장소부처리과정에서 용해되어 소부경화능을 부여한다는 연구결과에 기초하여 망간의 함량을 0.05~0.2%로 하는

것이 바람직하다. 망간의 함량이 0.05%이상되어야 상기한 효과를 발휘할 수 있으며, 망간의 함량이 0.2% 초과인 경우에는 망간의 함량이 높아 조대한 MnS석출물이 생성되어 소부경화특성이 열악해진다.

<25> 황(S)의 함량은 0.005-0.03%가 바람직하다.

<26> 황(S)의 함량이 0.005%미만의 경우에는 MnS 석출량이 적을 뿐만 아니라 석출되는 MnS의 크기가 매우 조대해져 소부경화특성에 좋지 않다. 황의 함량이 0.03% 초과인 경우에는 고용된 황의 함량이 많아 연성 및 성형성이 크게 낮아지며, 적열취성의 우려가 있기 때문이다. 황의 함량은 0.005~0.03%의 범위일 때 MnS의 석출물 크기를 원하는 범위로 조절하기가 용이해진다.

<27> 알루미늄(Al)의 함량은 0.01-0.1%가 바람직하다.

<28> 알루미늄은 탈산제로 첨가하는 원소이지만 본 발명에서는 강중 질소를 석출하여 고용질소에 의한 성형성저하를 방지하기 위해 첨가한다. 알루미늄의 함량이 0.01%미만의 경우에는 고용질소의 양이 많아 성형성이 저하하고, 알루미늄의 함량이 0.1%초과의 경우에는 고용 상태로 존재하는 알루미늄의 양이 많아 연성을 저하한다.

<29> 질소(N)의 함량은 0.004%이하가 바람직하다.

<30> 질소는 제강중 불가피하게 첨가되는 원소로 0.004%초과의 경우에는 성형성이 저하하므로 0.004%이하가 바람직하다.

<31> 몰리브덴(Mo)의 함량은 0.01~0.2%가 바람직하다.

- <32> 물리브덴은 가공성확보를 위해 첨가되는데, 그 함량이 0.01%이상되어야 가공성이 좋아지며, 0.2%를 초과하면 가공성은 더 이상 좋아지지 않고 열간취성을 일으킬 우려가 있다.
- <33> 고용강화원소로서 P, Si, Cr의 1종 또는 2종이상
- <34> 인(P)의 함량은 0.03~0.2%가 바람직하다.
- <35> 인은 고용강화효과가 높으면서 r값의 저하가 적은 원소로서 본 발명에 따라 MnS석출물을 제어하는 강에서 고강도를 보증한다. 인의 함량이 0.03%이상 되어야 강도를 확보할 수 있으며, 0.2% 초과인 경우에는 연성이 저하하여 상한값을 0.2%로 제한하였다. 본 발명에서 Si과 Cr의 1종 또는 2종만으로 고강도를 확보하는 경우에는 인(P)의 함량은 0.015%이하가 바람직하다.
- <36> 실리콘(Si)의 함량은 0.1-0.8%가 바람직하다.
- <37> 실리콘은 고용강화효과가 높으면서 연신율의 저하가 낮은 원소로 본 발명에 따라 MnS석출물을 제어하는 강에서 고강도를 보증한다. 실리콘의 함량이 0.1%이상되어야 강도를 확보할 수 있으며, 0.8%초과의 경우에는 연성이 저하한다.
- <38> 크롬(Cr)의 함량은 0.2~1.2%가 바람직하다.
- <39> 크롬은 고용강화효과가 높으면서 2차가공취성온도를 낮추며 Cr탄화물에 의해 시효지수를 낮추는 원소로서, 본 발명에 따라 MnS석출물을 제어하는 강에서 고강도를 보증하며 면내이방성 지수도 낮게 한다. 크롬의 함량이 0.2%이상되어야 강도를 확보할 수 있으며, 1.2% 초과인 경우에는 연성이 저하한다.

<40> 상기 Mn와 S의 중량비는 $0.58 \cdot \text{Mn}/\text{S} \leq 10$ 를 만족하는 것이 바람직하다.

<41> 망간과 황은 결합하여 MnS로 석출되는데, 이 MnS석출물은 망간과 황의 첨가량에 따라 석출상태가 달라져 소부경화능, 항복강도, 면내이방성 지수에 영향을 미친다. 본 발명의 연구에 따르면 망간과 황의 첨가비($0.58 \cdot \text{Mn}/\text{S}$, 여기서, Mn, S의 함량은 중량%)가 10초과의 경우에는 MnS석출물이 조대하여 소부경화특성이 떨어지고, 항복강도, 면내이방성 지수의 특성이 좋지 않다.

<42> MnS석출물의 평균크기는 $0.2\mu\text{m}$ 이하가 바람직하다.

<43> 본 발명의 연구결과에 따르면 MnS석출물의 크기가 소부경화, 항복강도, 면내이방성 지수에 직접적으로 영향을 미치는데, MnS의 평균크기가 $0.2\mu\text{m}$ 초과의 경우에는 특히 소부경화특성을 급격히 떨어지고 면내이방성지수도 높아진다. 따라서, MnS 석출물의 평균크기는 $0.2\mu\text{m}$ 이하가 바람직하다.

<44> [냉연강판의 제조방법]

<45> 본 발명은 상기한 강조성을 만족하는 강을 열간압연과 냉간압연을 통해 냉간압연판에 MnS석출물의 평균크기가 $0.2\mu\text{m}$ 이하를 만족하도록 하는데 특징이 있다. 냉간압연판의 MnS석출물의 크기는 Mn/S의 비와 제조공정에 영향을 받으나 특히 열간압연후의 냉각속도에 직접적인 영향을 받는다.

<46> [열간압연조건]

<47> 본 발명에서는 상기한 강조성을 만족하는 강을 재가열하여 열간압연한다. 재가열온도는 1100℃ 이상이 바람직하다. 재가열온도가 1100℃미만의 경우에는 재가열온도가 낮아 연속주조중에 생성된 조대한 MnS가 완전히 용해되지 않은 상태로 남아있어 열간압연후에도 조대한 MnS가 많이 남아있기 때문이다.

<48> 열간압연은 마무리압연온도를 Ar₃변태온도 이상의 조건에서 행하는 것이 바람직하다. 마무리압연온도가 Ar₃변태온도 미만의 경우에는 압연립의 생성으로 가공성이 저하할 뿐만아니라 연성이 크게 저하기 때문이다.

<49> 열간압연후 권취전 냉각속도는 200℃/min이상으로 하는 것이 바람직하다. 본 발명에 따라 Mn과 S의 성분비(0.58*Mn/S)를 10이하로 하더라도 냉각속도가 200℃/min미만이면 MnS의 석출물 크기가 0.2μm를 초과해 버린다. 즉, 냉각속도가 빨라질수록 많은 수의 핵이 생성하여 MnS 석출물이 미세해지기 때문이다. Mn과 S의 성분비(0.58*Mn/S)를 10초과의 경우에는 재가열공정에서 미용해된 조대한 MnS석출물이 많아 냉각속도가 빨라지더라도 새로운 핵이 생성되는 수가 적어 석출물은 미세해지지 않는다(도 2b, 0.0038%C-0.4%Si-0.43%Mn-0.011%P-0.009%S-0.035%Al-0.0043%N-0.05%Mo). 도 2의 그래프를 보면, 냉각속도가 빨라질수록 MnS석출물의 크기가 미세해지므로 냉각속도의 상한을 제한할 필요는 없으나, 냉각속도가 1000℃/min이상이라도 석출물 미세화 효과가 더 이상 커지지 않으므로 냉각속도는 200~1000℃/min가 보다 바람직하다.

<50> [권취조건]

<51> 상기와 같이 열간압연한 다음에는 권취를 행하는데, 권취온도는 700℃이하가 바람직하다. 권취온도가 700℃초과의 경우에는 MnS석출물이 너무 조대하게 성장하여 소부경화 특성이 좋지 않다.

<52> [냉간압연조건]

<53> 냉간압연은 50~90%의 압하율로 행하는 것이 바람직하다. 냉간압하율이 50%미만의 경우에는 소둔재결정 핵생성양이 적기 때문에 소둔시 결정립이 너무 크게 성장하여 소둔 재결정립의 조대화로 강도 및 성형성이 저하한다. 냉간압하율이 90%초과의 경우에는 성형성은 향상되지만 핵생성 양이 너무 많아 소둔 재결정립은 오히려 너무 미세하여 연성이 저하한다.

<54> [연속소둔]

<55> 연속소둔 온도는 제품의 재질을 결정하는 중요한 역할을 한다. 본 발명에서는 500~900℃의 온도범위에서 행하는 것이 바람직하다. 연속소둔 온도가 500℃미만의 경우에는 재결정립이 너무 미세하여 목표로 하는 연성값을 확보할수 없으며, 소둔온도가 900℃초과의 경우에는 재결정립의 조대화로 강도가 저하된다. 연속소둔시간은 재결정이 완료되도록 유지하는데, 약 10초 이상이면 재결정이 완료된다.

<56> 이하, 본 발명을 실시예를 통하여 보다 구체적으로 설명한다.

<57> [실시예 1]

<58> 표 1에서 시료 1-8의 강슬라브를 1200℃에서 재가열하고 마무리열간압연하고 200℃/min의 속도로 냉각하여 650℃에서 권취하였다. 권취한 열연강판을 75%의 압하율로 냉간압연과 연속소둔처리하였다. 이때의 마무리압연온도는 Ar_3 변태점이상인 910℃이며, 연속소둔은 10℃/초의 속도로 750℃로 40초 동안 가열하여 행하였다. 얻어진 소둔판은 기계적 특성을 조사하기 위해 ASTM규격(ASTM E-8 standard)에 의한 표준시편으로 가공하였다. 시편은 인장시험기(INSTRON사, Model 6025)를 이용하여 항복강도, 인장강도, 연신율, 소성이방성 지수(r_m 값), 면내이방성 지수(Δr)를 측정하였다. 여기서 $r_m = (r_0 + 2r_{45} + r_{90})/4$, $\Delta r = (r_0 - 2r_{45} + r_{90})/2$ 이다. 소부경화특성은 시편에 2%의 스테레인을 가한 후 200℃에서 20분간 열처리 후 항복강도 측정한 값을 소부 후 항복강도로 하여 표 2에 기재하였다.

<59>

【표 1】

시료	화학적분(중량%)								0.58* Mn/S
	C	Mn	P	S	Al	N	Mo	Ti	
본 발명법 위	0.003-0.005	0.05-0.2	0.03-0.2	0.005-0.03	0.01-0.1	≤0.004	0.01-0.2		≤10
1	0.0044	0.1	0.05	0.008	0.034	0.0018	0.025		7.25
2	0.0035	0.09	0.053	0.01	0.024	0.0022	0.17		5.22
3	0.0046	0.11	0.11	0.012	0.035	0.0023	0.059		5.32
4	0.0033	0.08	0.15	0.011	0.023	0.0028	0.11		4.22
5	0.0045	0.1	0.146	0.01	0.033	0.0015	0.27		5.8
6	0.0035	0.08	0.052	0.006	0.04	0.0015	0		7.73
7	0.0042	0.10	0.102	0.010	0.05	0.0026	0		5.8
8	0.0039	0.08	0.151	0.012	0.035	0.0018	0		3.87
9	0.0028	0.4	0.07	0.01	0.04	0.0016	-	0.022	11.6

<60> 【표 2】

시료 번호	기계적 성질							석출물의 평균크기 (μm)	비교
	항복 강도 (MPa)	인장 강도 (MPa)	연 신 율 (%)	소성 이방성 지수 (r_m)	면내 이방성 지수 (Δr)	소부후 항복강도 (MPa)	2차가공 취성 (DBTT- $^{\circ}\text{C}$)		
1	259	361	44	1.95	0.31	321	- 80	0.12	발명강
2	245	355	46	1.89	0.3	315	- 70	0.11	발명강
3	309	410	38	1.78	0.32	351	- 50	0.11	발명강
4	370	456	33	1.69	0.31	410	- 40	0.09	발명강
5	380	466	31	1.38	0.24	424	- 40	0.1	비교강
6	252	362	43	1.65	0.25	305	- 70	0.13	비교강
7	305	411	36	1.52	0.29	346	- 50	0.12	비교강
8	377	460	32	1.46	0.27	414	- 40	0.09	비교강
9	222	358	44	1.68	0.45	258	0	-	종래강

<61> 표 1, 2에 나타난 바와 같이, 시료번호 1~4는 본 발명을 만족하는 발명강으로서 소성이
방성 지수가 높고 2차가공취성도 우수하며 소부경화특성을 갖는다.

<62> 시료번호 5의 경우는 Mo가 과량 첨가되어 소성이방성 지수가 낮다. 시료번호 6-8의 경우는 Mo가 첨가되지 않은 것으로 가공성이 좋지 않았다. 시료번호 9는 Ti첨가강으로 2차가공취성 특성이 열악하고 면내이방성지수도 높았다.

<63> [실시예 2]

<64> 표 3의 강슬라브를 1200℃에서 재가열하고 마무리열간압연하고 200℃/min의 속도로 냉각하여 650℃에서 권취하였다. 권취한 열연강판을 75%의 압하율로 냉간압연하고 연속소둔하였다. 이때의 마무리압연온도는 Ar₃변태점이상인 910℃이며, 연속소둔은 10℃/초의 속도로 750℃로 40초 동안 가열하여 행하였다. 기계적특성에 대한 측정은 실시예1과 동일한 방법으로 행하였다.

<65>

【표 3】

시료	화학적분(중량%)								0.58* Mn/S
	C	Mn	Si	P	S	Al	N	Mo	
본발명법 위	0.003-0.005	0.05-0.2	0.1-0.8	≤0.015	0.005-0.03	0.01-0.1	≤0.004	0.01-0.2	≤10
1	0.0046	0.1	0.25	0.01	0.008	0.035	0.0032	0.028 -	7.25
2	0.0044	0.08	0.25	0.011	0.01	0.033	0.0012	0.16 -	4.64
3	0.0035	0.09	0.45	0.011	0.011	0.023	0.002	0.073 -	4.75
4	0.0038	0.1	0.62	0.009	0.01	0.03	0.0032	0.11 -	5.8
5	0.0045	0.11	0.65	0.01	0.011	0.043	0.0022	0.29	5.8
6	0.0039	0.09	0.24	0.009	0.006	0.05	0.0022	-	8.7
7	0.0042	0.09	0.43	0.013	0.012	0.03	0.0026	-	4.35
8	0.0035	0.1	0.62	0.011	0.009	0.035	0.0025	-	6.4

<66> 【표 4】

시 료 번 호	기계적 성질							석출물의 평균크기 (μm)	비고
	항복강 도 (MPa)	인장 강도 (MPa)	연 신 율 (%)	소성 이방성 지수 (r_m)	면내 이방성 지수 (Δr)	소부후 항복강 도(MPa)	2차가공 취성 (DBTT- $^{\circ}\text{C}$)		
1	255	355	46	1.98	0.32	302	- 80	0.1	발명강
2	255	359	45	1.89	0.28	310	- 80	0.09	발명강
3	310	415	42	1.78	0.25	338	- 60	0.11	발명강
4	360	454	36	1.62	0.27	410	- 50	0.13	발명강
5	366	460	34	1.32	0.20	419	- 50	0.09	비교강
6	250	360	45	1.64	0.25	312	- 80	0.09	비교강
7	315	421	40	1.52	0.22	348	- 60	0.11	비교강
8	366	460	35	1.46	0.29	414	- 50	0.11	비교강

<67> 표 3, 4에 나타난 바와 같이, 시료번호 1~4는 본 발명을 만족하는 발명강으로서 소성이방성 지수가 높고 2차가공취성도 우수하며 소부경화특성을 갖는다.

<68> 시료번호 5의 경우는 Mo가 과량 첨가되어 소성이방성 지수가 낮다. 시료번호 6-8의 경우는 Mo가 첨가되지 않은 것으로 가공성이 좋지 않았다.

<69> [실시예 3]

<70> 표 5의 강슬라브를 1200℃에서 재가열하고 마무리열간압연하고 200℃/min의 속도로 냉각하여 650℃에서 권취하였다. 권취한 열연강판을 75%의 압하율로 냉간압연하고 연속소둔하였다. 이때의 마무리압연온도는 Ar_3 변태점이상인 910℃이며, 연속소둔은 10℃/초의 속도로 750℃로 40초 동안 가열하여 행하였다. 기계적특성에 대한 측정은 실시예1과 동일한 방법으로 행하였다.

<71>

【표 5】

시료	화학생분(중량%)								0.58* Mn/S
	C	Mn	Cr	P	S	Al	N	Mo	
본발명 범위	0.003-0.005	0.05-0.2	0.2-1.2	≤0.015	0.005-0.03	0.01-0.1	≤0.004	0.01-0.2	≤10
1	0.0034	0.11	0.33	0.011	0.009	0.034	0.0012	0.019	7.09
2	0.0047	0.09	0.3	0.01	0.011	0.029	0.0023	0.16	4.75
3	0.0042	0.09	0.68	0.012	0.01	0.042	0.0022	0.069	5.22
4	0.0041	0.1	0.81	0.009	0.011	0.025	0.0015	0.1	5.27
5	0.0034	0.12	0.85	0.012	0.01	0.024	0.0022	0.26	5.27
6	0.0044	0.1	0.35	0.01	0.007	0.04	0.0024	0	8.29
7	0.0032	0.09	0.65	0.01	0.012	0.04	0.0032	0	4.35
8	0.0038	0.11	0.82	0.012	0.017	0.05	0.0018	0	3.75

<72> 【표 6】

시료 번호	기계적 성질							석출물의 평균크기 (μm)	비교
	항복 강도 (MPa)	인장 강도 (MPa)	연 신 율 (%)	소성 이방성 지수 (r_m)	면대 이방성 지수 (Δr)	소부후 항복강도 (MPa)	2차가공 취성 (DBTT- $^{\circ}\text{C}$)		
1	235	359	46	1.95	0.29	295	- 80	0.09	발명강
2	245	364	43	1.90	0.23	307	- 80	0.12	발명강
3	310	415	39	1.70	0.28	360	- 60	0.13	발명강
4	354	460	34	1.63	0.27	415	- 50	0.12	발명강
5	350	455	36	1.34	0.22	420	- 50	0.11	비교강
6	239	360	44	1.62	0.20	293	- 80	0.09	비교강
7	306	420	38	1.44	0.22	359	- 60	0.10	비교강
8	350	462	33	1.40	0.21	428	- 50	0.09	비교강

<73> 표 5, 6에 나타난 바와 같이, 시료번호 1~4는 본 발명을 만족하는 발명강으로서 소성이방성 지수가 높고 2차가공취성도 우수하며 소부경화특성을 갖는다.

<74> 시료번호 5의 경우는 Mo가 과량 첨가되어 소성이방성 지수가 낮다. 시료번호 6-8의 경우는 Mo가 첨가되지 않은 것으로 가공성이 좋지 않았다.

<75> [실시예 4]

<76> 표 7의 강슬라브를 1200℃에서 재가열하고 마무리열간압연하고 200℃/min의 속도로 냉각하여 650℃에서 권취하였다. 권취한 열연강판을 75%의 압하율로 냉간압연하고 연속소둔하였다. 이때의 마무리압연온도는 Ar_3 변태점이상인 910℃이며, 연속소둔은 10℃/초의 속도로 750℃로 40초 동안 가열하여 행하였다. 기계적특성에 대한 측정은 실시예1과 동일한 방법으로 행하였다.

<77>

【표 7】

시료	화학적분(중량%)									0.58* Mn/S
	C	Mn	P	Si	Cr	S	Al	N	Mo	
분발 명법 위	0.003- 0.005	0.05- 0.2	0.03- 0.2 또는 ≤ 0.015	0.1- 0.6	0.2- 1.2	0.005- 0.03	0.01-0. 1	≤0.004	0.01- 0.2	≤10
1	0.0041	0.11	0.065	0.48	-	0.01	0.03	0.0022	0.08	6.38
2	0.0038	0.1	0.075	-	0.35	0.012	0.042	0.0035	0.06	4.83
3	0.0043	0.1	0.012	0.2	0.32	0.015	0.029	0.0018	0.04	3.87
4	0.0034	0.09	0.05	0.2	0.32	0.012	0.04	0.0022	0.1	4.35

【표 8】

시료 번호	기계적 성질							석출 물의 평균 크기 (μm)	비고
	항복 강도 (MPa)	인장 강도 (MPa)	연 신 율 (%)	소성 이방성 지수 (r_m)	면내 이방성 지수 (Δr)	소부후 항복강도 (MPa)	2차가공 취성 (DBTT- $^{\circ}\text{C}$)		
1	351	474	36	1.59	0.17	406	- 60	0.1	발명강
2	335	462	35	1.55	0.15	390	- 60	0.11	발명강
3	328	419	39	1.67	0.19	358	- 70	0.09	발명강
4	365	481	34	1.55	0.15	426	- 60	0.1	발명강

<79> 표 7, 8에 나타난 바와 같이, 시료번호 1~4는 본 발명을 만족하는 발명강으로서 소성이방성 지수가 높고 2차가공취성도 우수하며 소부경화특성을 갖는다.

【발명의 효과】

<80> 상술한 바와 같이, 본 발명에 따라 제공되는 냉연강판은 소부경화특성이 우수하고 소성이방성 지수가 높으면서 면내이방성 지수가 낮아서 가공시 주름 발생이 적으며 가공후에는 귀발생이 적은 유용한 효과가 있다.

【특허청구범위】**【청구항 1】**

중량%로 C:0.003-0.005%, Mn:0.05-0.2%, S:0.005-0.03%, Al:0.01-0.1%, N:0.004%이하, Mo:0.01~0.2%, P:0.03-0.2%를 포함하고, 상기 Mn와 S의 중량비가 다음의 조건 $0.58 \cdot \text{Mn}/\text{S} \leq 10$ 를 만족하고, 나머지 Fe 및 기타 불가피한 불순물로 조성되며, MnS석출물의 평균크기가 $0.2\mu\text{m}$ 이하로 이루어지는 가공성이 우수한 소부경화형 고강도 냉연강판.

【청구항 2】

중량%로 C:0.003-0.005%, Mn:0.05-0.2%, S:0.005-0.03%, Al:0.01-0.1%, N:0.004%이하, P:0.015%이하, Mo:0.01~0.2%, Si:0.1-0.8%를 포함하고, 상기 Mn와 S의 중량비가 다음의 조건 $0.58 \cdot \text{Mn}/\text{S} \leq 10$ 를 만족하고, 나머지 Fe 및 기타 불가피한 불순물로 조성되며, MnS석출물의 평균 크기가 $0.2\mu\text{m}$ 이하로 이루어지는 가공성이 우수한 소부경화형 고강도 냉연강판.

【청구항 3】

중량%로 C:0.003-0.005%, Mn:0.05-0.2%, S:0.005-0.03%, Al:0.01-0.1%, N:0.004%이하, P:0.015%이하, Mo:0.01~0.2%, Cr:0.2-1.2%를 포함하고, 상기 Mn와 S의 중량비가 다음의 조건 $0.58 \cdot \text{Mn}/\text{S} \leq 10$ 를 만족하고, 나머지 Fe 및 기타 불가피한 불순물로 조성되며, MnS석출물의 평균 크기가 $0.2\mu\text{m}$ 이하로 이루어지는 가공성이 우수한 소부경화형 고강도 냉연강판.

【청구항 4】

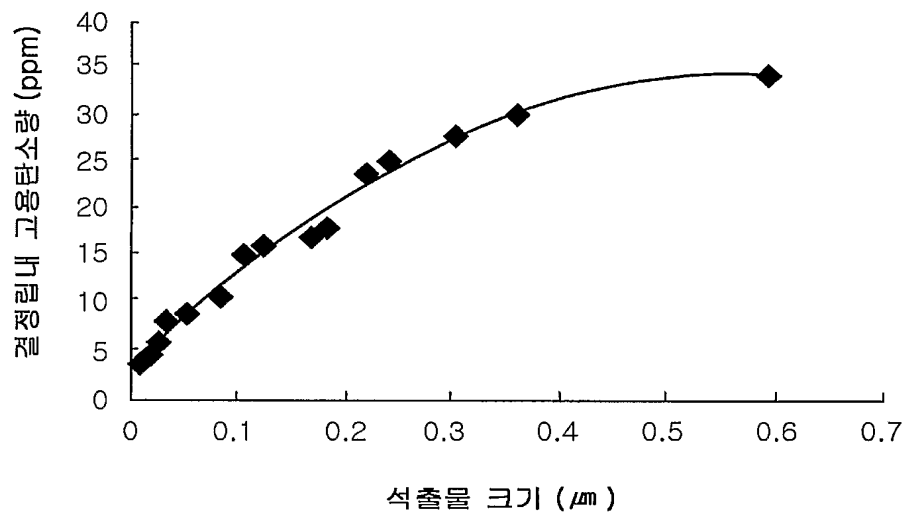
중량%로 C:0.003-0.005%, Mn:0.05-0.2%, S:0.005-0.03%, Al:0.01-0.1%, N:0.004%이하, Mo:0.01~0.2%, 여기에 P:0.03-0.2%, Si:0.1-0.8%, Cr:0.2-1.2%의 그룹에서 선택된 2종 또는 3종을 포함하고, 상기 Mn와 S의 중량비가 다음의 조건 $0.58 \cdot \text{Mn}/\text{S} \leq 10$ 를 만족하고, 나머지 Fe 및 기타 불가피한 불순물로 조성되며, MnS석출물의 평균크기가 $0.2\mu\text{m}$ 이하로 이루어지는 가공성이 우수한 소부경화형 고강도 냉연강판.

【청구항 5】

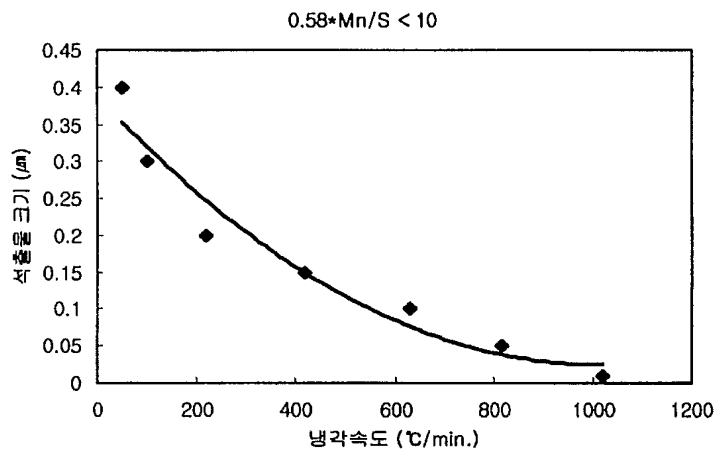
중량%로 C:0.003-0.005%, Mn:0.05-0.2%, S:0.005-0.03%, Al:0.01-0.1%, N:0.004%이하, Mo:0.01~0.2%, 여기에 P:0.03-0.2%, Si:0.1-0.8%, Cr:0.2-1.2%의 그룹에서 선택된 1종 또는 2종 이상을 포함하고, 나머지 Fe 및 기타 불가피한 불순물로 조성되는 강을 1100°C 이상의 온도로 재가열한 후 마무리 압연온도를 Ar_3 변태점 이상으로 하여 열간압연하고 $200^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 이상의 속도로 냉각하고 700°C 이하의 온도에서 권취한 다음, 냉간 압연하고, 연속소둔하는 것을 포함하여 이루어지는 가공성이 우수한 소부경화형 고강도 냉연강판의 제조방법.

【도면】

【도 1】



【도 2a】



【도 2b】

